UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

MAI 1970 N° 3

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'INNERVATION SENSITIVE DE LA PULPE DENTAIRE

THÈSE

pour le Doctorat en Chirurgie Dentaire
(3me Cycle)

par

Monsieur Jacques GAUTHIER

Chirurgien-Dentiste
Ancien assistant de la Clinique Odonto-Stomatologique de la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

Membres du Jury
MM. CADENAT
BESSOU
HURON
BREUILLAUD

CENTRE D'ÉDITION DE LA FÉDÉRATION DES ÉTUDIANTS DU CORPS DE SANTÉ
Chirurgie Dentaire (A. C. E. C. D. T.) — Médecine (A. C. E. M. T.) — Pharmacie (A. E. P. T.)
22, rue Croix-Baragnon - TOULOUSE - Siège Social : 20, rue Ozenne - Tél. 52.79.98 - C. C. P. Toulouse 956.31

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

MAI 1970 N° 3

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'INNERVATION SENSITIVE DE LA PULPE DENTAIRE

THÈSE

pour le Doctorat en Chirurgie Dentaire
(3me Cycle)

par

Monsieur Jacques GAUTHIER

Chirurgien-Dentiste
Ancien assistant de la Clinique Odonto-Stomatologique de la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

Membres du Jury { MM. CADENAT, BESSOU, HURON, BREUILLAUD

CENTRE D'ÉDITION DE LA FÉDÉRATION DES ÉTUDIANTS DU CORPS DE SANTÉ
Chirurgie Dentaire (A. C. E. C. D. T.) — Médecine (A. C. E. M. T.) — Pharmacie (A. E. P. T.)
22, rue Croix-Baragnon - TOULOUSE - Siège Social : 20, rue Ozenne - Tél. 52.79.98 - C. C. P. Toulouse 956.31

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

UNIVERSITE
DE
TOULOUSE

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

TABLEAU DU PERSONNEL

Doyen	Monsieur LAZORTHES
Assesseur (Médecine)	Monsieur MONNIER
Assesseur (Pharmacie)	Monsieur BREUILLAUD
Doyens honoraires	MM. GORSE, CALVET, BRUSTIER
Professeurs honoraires	MM. VALLOIS, TAPIE, DELAS, RISER, BUGNARD, VINCENT, MOREL, BOUISSET, CALMETTES, THOMAS

SECTION MEDECINE

Clinique médicale et cardiologique	MM. MERIEL
Clinique médicale sud	GADRAT
Clinique chirurgicale	N ...
Clinique chirurgicale et gynécologie	FABRE Pierre
Clinique chirurgicale et du cancer	GRIMOUD
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	PASQUIE
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique	RIEUNAU
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	ENJALBERT
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	BASEX
Clinique des maladies des voies urinaires	LHEZ
Clinique des maladies infectieuses	ANDRIEU
Clinique médicale infantile et puériculture	SOREL
Clinique médicale de la première enfance	BARDIER
Clinique de neuro-chirurgie	LAZORTHES
Clinique neurologique et psychiatrique	GERAUD
Clinique obstétricale	PONTONNIER
Clinique odonto-stomatologique	CADENAT

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543906_0029

Clinique ophtalmologique	N ...
Clinique O.R.L. et chirurgie maxillo-faciale	CALVET
Clinique de pneumo-phtisiologie	DELAUDE
Clinique rhumatologique	RUFFIE René
Accouchement et obstétricie sociale	JAHIER
Anatomie	BASTIDE
Anatomie appliquée	POULHES
Anatomie pathologique	FABRE Jacques
Anesthésie et réanimation	LARENG
Bacté..ologie et virologie	Mme ENJALBERT
Biophysique médicale A	AUVERGNAT
Biophysique médicale B	BRU
Chimie biologique	VALDIGUIE Pa
Electro-radiologie	MARQUES
Embryologie générale	BROUSSY Jean
Hématologie	RUFFIE Jacques
Histologie	BIMES
Hydrologie thérapeutique et climatologie	DARNAUD
Hygiène et médecine sociale	MONNIER
Immunologie	DUCOS
Médecine légale et médecine du travail	PLANQUES
Pathologie chirurgicale	DAMBRIN
Pathologie générale et médecine expérimentale	SENDRAIL
Pathologie médicale	RIBAUT
Physiologie	LAPORTE Yves
Physiologie appliquée et pharmacologie	BAISSET
Sémiologie et clinique médicale	LAPORTE Jacques
Thérapeutique	DARDENNE

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

Anatomie pathologique	MM. BOUISSOU
Biochimie médicale	DOUSTE-BLAZY
Histologie et embryologie	PLANEL
Maladies infectieuses	ARMENGAUD
Oto-Rhino-laryngologie	CLAUX
Pathologie médicale	BOULARD
Physiologie	MONTASTRUC
Physiologie	BESSOU
Physique médicale	COMMANAY

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Biochimie médicale	MM. VALDIGUIE Pierre
Chirurgie générale	GEDEON
Chirurgie générale	SARRAZIN

Electro-radiologie	MM. PONS
Histologie et embryologie	GUILHEM
Ophtalmologie	DEODATI
Pneumo-phtisiologie	MIGUERES
Neuro-chirurgie	ESPAGNO Jacques

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Anatomie pathologique	MM. FABRE Jean
Bactériologie, Parasitologie, Virologie	Mme LARENG
Carcinologie	MM. ESTRADE
Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire	ESCHAPASSE
Electro-radiologie	ROULLEAU
Médecine générale et thérapeutique	BES
Médecine générale et thérapeutique	BOLINELLI
Médecine générale et thérapeutique	SUC
Pathologie expérimentale	GLEIZES
Pédiatrie	DALOUS
Pédiatrie	REGNIER
Médecine générale	ARLET Jacques
Médecine générale	RIBET

AGREGES

Médecine générale	MM. CALAZEL
Médecine générale	RASCOL
Médecine générale	LE TALLEC
Chirurgie générale	FICAT
Chirurgie générale	GAUBERT
Dermato et syphiligraphie	DUPRE
Hydrologie	DENARD
Médecine légale	GREZES-RUEFF
Neurologie et psychiatrie	GAYRAL
Obstétrique	ESPAGNO Guy
Ophtalmologie	BEC

AGREGES LIBRES

Chirurgie générale	SOUQUET
Pathologie chirurgicale	DIEULAFE

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE

Psychiatrie	M. LABOUCARIE

SECTION PHARMACIE

Botanique et cryptogamie	MM. N ...
Chimie et analytique	PITET
Toxicologie, Hygiène et hydrologie	BOURBON
Chimie pharmaceutique	BLANC
Microbiologie	BREUILLAUD
Pharmacie chimique et pharmaco-dynamie	CAUJOLLE
Pharmacie galénique et matière médicale	STANISLAS
Physiologie, zoologie et parasitologie pharmaceutique	ROUX

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

Pharmacie	MM. COUTURIER
Sciences naturelles	Mme CAUJOLLE

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Chimie organique	MM. BERTRAND
Toxicologie	BROUSSY Georges
Zoologie	GAYREL

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Botanique	Mme LASCOMBES
Microbiologie	MM. MICHEL Georges
Pharmacodynamie	CROS Jean
Physiologie	DUMAS Jean-Claude
Pharmacie galénique	ROUFFIAC Robert
Chimie biologique	SOULA Georges
Toxicologie	MALBOSC Robert

PERSONNEL ADMINISTRATIF

Secrétaire Principal : Monsieur ROCHE

La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats (délibération en date du 12 mai 1891)

oOo

A LA MEMOIRE

de

Monsieur le Professeur Etienne CADENAT

Il fut un Maître éclairé.
Il fut un Maître bienveillant.

Que ce travail soit le témoignage de notre profonde reconnaissance.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur Henry CADENAT
Professeur de Clinique Odonto-Stomatologique

Depuis de nombreuses années, nous enseignons dans votre Service, sous votre haute et bienveillante direction.

Nous avons pu, grâce à vous, parfaire nos qualités d'enseignement et notre culture personnelle.

Nous vous présentons cet ouvrage en hommage de gratitude et de profond dévouement.

A NOTRE JURY DE THESE

A Monsieur le professeur BESSOU
Professeur de Physiologie

Vous nous avez inspiré le sujet de cette thèse, dont vous avez guidé l'élaboration avec toutes vos qualités de science, de dévouement et de bonté.

Permettez-nous de rendre hommage à votre rigueur dans le raisonnement, à votre amabilité et à votre mansuétude.

Vous nous honorez de votre amitié.

Que cette thèse soit le témoignage de notre gratitude et de notre respectueuse admiration.

A Monsieur le Professeur HURON

Professeur à la Faculté des Sciences
Docteur en Médecine

Estimé de tous, Maîtres et Elèves, pour votre probité et pour l'étendue de vos connaissances.

Vous nous honorez de votre amitié et de votre chaude présence.

Daignez accepter par cette thèse le témoignage de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A Monsieur le Professeur BREUILLAUD

Professeur de Micro-Biologie

Nous sommes particulièrement sensible à la confiance que vous nous accordez.

Vous nous avez provué maintes fois votre sympathie et vous nous la témoignez encore, en nous faisant l'honneur de siéger au Jury de notre Thèse.

Veuillez trouver ici l'expression de notre vive reconnaissance et de notre respectueuse amitié.

A Monsieur le Professeur PAGES

Maître de Conférence Agrégé

Vous nous avez apporté dans l'élaboration de cette thèse une aide souriante et spontanée.

Permettez-nous de vous renouveler ici tous nos remerciements.

A LA MEMOIRE DE MON PERE
A MA MERE,

Nous leur dédions cet ouvrage en témoignage de profonde et filiale affection.

A MA FEMME,
A MA FAMILLE,

Avec ma profonde affection.

A MES AMIS,

Avec toute ma sympathie.

PLAN GENERAL

- AVANT-PROPOS

- CHAPITRE I : INTRODUCTION

- CHAPITRE II : RAPPEL ANATOMIQUE
  A/ - Innervation Parodontale
  B/ - Innervation Pulpaire

- CHAPITRE III: RAPPEL HISTOLOGIQUE

- CHAPITRE IV : RAPPEL PHYSIOLOGIQUE
  A/ - Sensibilité aux stimulus thermiques
  B/ - Sensibilité aux stimulus mécaniques
  C/ - Sensibilité aux stimulus nocifs
  D/ - Base anatomique de la sensibilité de la dent :
    1°/ - Mécano-récepteurs dentinaires
    2°/ - Mécano-récepteurs pulpaires

- CHAPITRE V : RAPPEL ELECTROPHYSIOLOGIQUE

- CHAPITRE VI : METHODES

- CHAPITRE VII: RESULTATS

- CHAPITRE VIII: DISCUSSION
  A/ - Fibres A.
  B/ - Fibres C.

- CHAPITRE IX : CONCLUSION

- CHAPITRE X : BIBLIOGRAPHIE

- CHAPITRE XI : TABLE DES MATIERES

-=-=-=-=-=-

AVANT-PROPOS

Les fibres nerveuses de la pulpe dentaire ont-elles des terminaisons amyéliniques ?

Autrement dit, existe-t-il dans le système nerveux pulpaire des fibres C ?

Pour répondre à cette question, nous nous sommes proposé une étude en neuf chapitres.

Tout d'abord, une rapide INTRODUCTION, rappelant cet axiome que la dent est sensible, suivie de quatre Rappels.

Le RAPPEL ANATOMIQUE, le premier, nous permet certes de situer dans l'espace notre plan de recherche, mais a surtout pour but de bien différencier l'innervation parodontale de l'innervation pulpaire, et de définir au mieux l'anatomie de cette innervation, grâce à de nombreuses études antérieures et variées.

Puis, vient le RAPPEL HISTOLOGIQUE.

Ces travaux ont surtout tendance à préciser les caractères structuraux des fibres nerveuses de la pulpe dentaire, c'est-à-dire leur diamètre, et surtout la présence où l'absence de gaine de myéline autour de l'axone, ce qui nous permet de les classer en fibres myéliniques ou amyéliniques.

Le RAPPEL PHYSIOLOGIQUE, beaucoup plus important, explique les modalités de la sensibilité de la dent aux dif-

férents stimulus : thermiques, mécaniques, électriques, et discute de la présence dans le système nerveux dentaire de mécano-récepteurs dentinaires ou pulpaires.

Enfin, le RAPPEL ELECTROPHYSIOLOGIQUE, après un classement des fibres nerveuses constituant un nerf périphérique, nous propose les différentes études faites sur les diamètres des fibres, et les vitesses de conduction des différents groupes de fibres nerveuses.

Nous nous sommes référés, pour faire le point de nos connaissances actuelles en ce domaine à de nombreux auteurs, et tout particulièrement à J.C. ANDERSON (1963).

Les METHODES employées, qui forment le sixième chapitre de cette étude, décrivent la façon dont nous avons opéré sur six chats anesthésiés et trachéotomisés.

Après avoir disséqué le nerf dentaire inférieur, dans l'espace ptérygo-maxillaire, avant son entrée dans le canal dentaire et l'avoir sectionné, le bout périphérique a été placé sur deux électrodes de stimulation.

La canine inférieure correspondante a été réséquée, sur la partie vestibulaire de la couronne, de l'émail et de la dentine, jusqu'à apparition par transparence de la pulpe. Deux électrodes dérivaient les potentiels provoqués à la surface de la mince couche de dentine.

Les RESULTATS, sujet du septième chapitre, obtenus à partir de la préparation de six chats, nous ont montré, grâce à six photographies prises sur oscillographe cathodique la présence de Fibres C, dans le système nerveux pulpaire.

Ces neurogrammes, après DISCUSSION (huitième chapitre) nous permettent de CONCLURE, (neuvième chapitre) que si cette méthode nous interdit d'avancer un nombre, les Fibres C, dans le système nerveux pulpaire, existent en quantité non négligeable.

Cette thèse a été élaborée dans le Service de Physiologie de Monsieur le Professeur LAPORTE de la Faculté de Médecine de TOULOUSE et nous le remercions bien vivement de son aimable accueil.

Toute ma gratitude va naturellement à mon "Patron" de thèse, Monsieur le Professeur BESSOU dont les vertus, à mon avis cardinales, se résument en : Connaissance, Indulgence, Patience et Amabilité.

Ce sont aussi les vôtres, Monsieur le Professeur PAGES, Maître de Conférence de Physiologie, souriant Assistant de ce Maître aussi grand par le coeur que par le savoir.

A vous, toute ma reconnaissance.

CHAPITRE I

INTRODUCTION

Les dents sont richement innervées ; elles reçoivent en particulier des filets nerveux provenant des nerfs trijumeaux par la voie des nerfs dentaires. Cette innervation assure la sensibilité de la dent.

L'un des problèmes soulevés par l'innervation afférente de la dent concerne les caractéristiques électrophysiologiques des fibres qui constituent ces voies. Il est bien établi que certaines des fibres afférentes d'origine dentaire appartiennent aux sous-groupes γ et au groupe A, mais aucun travail ne permet actuellement de conclure sur la présence ou l'absence de fibres C dans les voies périphériques de la sensibilité dentaire.

Les résultats d'une expérimentation entreprise en vue d'éclaircir le point précédent (1) sont rapportés dans cette thèse. L'exposé de ces résultats est précédé du rappel d'un certain nombre de connaissances sur l'anatomie, l'histologie, la physiologie et l'électrophysiologie de l'innervation afférente dentaire, il est suivi d'une discussion sur les faits expérimentaux qui ont été observés.

---

(1) Une note préliminaire sur ce sujet a été publiée. (BESSOU, GAUTHIER et PAGES 1970).

CHAPITRE II

RAPPEL ANATOMIQUE

L'innervation sensitive de la denture inférieure est assurée par le nerf dentaire inférieur.

Le nerf dentaire inférieur est la plus volumineuse branche du nerf maxillaire inférieur, l'une des trois branches du nerf trijumeau.

Le nerf dentaire inférieur chemine dans la région ptérygo-maxillaire se dirigeant vers la face interne de la mandibule, pénètre dans le canal dentaire par la fente mandibulaire et parvient, après un trajet intra-canaliculaire, jusqu'au trou mentonnier où il se termine en donnant deux branches, le nerf mentonnier et le nerf incisif.

Dans son trajet intra-osseux, le nerf dentaire fournit plusieurs branches collatérales, les rameaux dentaires, destinées aux racines des molaires et pré-molaires de la mâchoire inférieure et à la gencive;

A sa terminaison, le nerf dentaire inférieur se divise en deux branches, une branche mentonnière assurant l'innervation sensitive de la muqueuse de la lèvre inférieure ainsi que de la peau du menton et de la lèvre inférieure, une branche incisive qui chemine à travers les cellules du tissu spongieux du maxillaire inférieur en suivant la direction du tronc principal et qui assure l'innervation sensitive de la canine, des incisives et de la gencive.

Les filets nerveux du nerf dentaire inférieur qui se dirigent vers les racines des dents se subdivisent à l'apex dentaire au niveau du triangle de Black en nerfs pulpaires et en nerfs parodontaux ; les uns dans la pulpe, les autres dans le ligament suivent un trajet ascendant approximativement parallèle à l'axe de la dent.

A/ - Innervation Parodontale

Les nerfs parodontaux se ramifient dans le ligament et se terminent par des extrémités libres au niveau du cément et des cémentoblastes;

Suivant des études récentes, il existerait d'ailleurs deux autres voies d'innervation du ligament parodontal.

La voie trans-alvéolaire qui participe plus particulièrement à l'innervation des parties moyenne et supérieure du ligament et la voie sus-alvéolaire ou gingivale qui assure l'innervation de la partie superficielle du parodonte.

Les fibres trans-alvéolaires proviennent des nerfs de la mandibule.

Elles traversent les parois de l'os alvéolaire et fournissent des terminaisons libres dans le ligament. Ces terminaisons libres s'anastomosent souvent avec les fibres parodontales provenant de la division apicale du nerf dentaire inférieur.

Les fibres sus-alvéolaires ou gingivales provenant du bourrelet gingival donnent naissance à des terminaisons libres

au niveau superficiel du ligament alvéolo-dentaire.

Les modes de terminaisons des fibres nerveuses dans le parodonte ont été étudiés et discutés par de nombreux auteurs.

L'accord se fait, en général, sur la situation des terminaisons des fibres nerveuses au niveau du cément, de la couche des cémentoblastes et du ligament. Les divergences portent sur la morphologie de ces terminaisons. L'étude du système nerveux parodontal étant particulièrement difficile en raison (SIMPSON I923) de la complexité de la préparation des tissus et de la nécessité de très nombreuses coupes perpendiculaires, obliques ou transversales.

KEREBEL (1968) décrit des pelotons nerveux allongés et fusiformes dans la zone profonde du parodonte, dans les parties moyennes et supérieures, des terminaisons libres grêles et des corpuscules de Meissner, dans la partie superficielle un plexus et des corpuscules de Meissner.

BERNICK (I948) nie 1'existence de ces corpuscules.

LEWINSKY et STEWART (I942) observent trois types de terminaisons libres : "en boutons", au voisinage de 1'os alvéolaire, "en échevaux" au voisinage du cément et enfin "en résille" au niveau du ligament.

ORBAN (I943) décrit des terminaisons libres "en boutons" et "en buissons".

En conclusion des études sur 1'innervation parodontale, deux notions peuvent être dégagées, la diversité d'origine des fibres nerveuses et la multiplicité de morphologie des termi-

naisons que fournissent ces fibres.

B/ - Innervation Pulpaire

Les nerfs pulpaires pénètrent dans la dent par les canaux radiculaires. Les fibres nerveuses qui les constituent se subdivisent et s'épanouissent dans la pulpe dentaire en suivant approximativement le même trajet que les vaisseaux sanguins.

Elles forment alors un réseau très dense, le plexus de Rashkow, au niveau supérieur de la couche dite accellulaire de Weill. Elles se terminent librement. Il n'existe pas de terminaisons encapsulées. Les terminaisons libres des fibres nerveuses pulpaires entourent les odontoblastes dont la couche se trouve au contact par la face extérne avec la couche accellulaire de Weill.

Des travaux de microscopie optique puis de microscopie électronique sur l'innervation de la dentine ont apporté la preuve de la présence de fibres nerveuses au-delà de la pulpe dans les canalicules de la dentine appelés canalicules de Tomes.

MUMMERY signale en 1912 que le plexus de fibres nerveuses situé dans la cavité pulpaire envoie dans les tubules des fibres qui accompagnent les processus odontoblastiques. Plus tard, en 1924, il décrit une assise de cellules nerveuses appliquée contre la couche des odontoblastes. Il considère ces cellules qui forment cette assise comme le corps cellulaire des fibres qui accompagnent les expansions des odontoblastes et la structure sur laquelle les fibres myélinisées pulpaires entrent en connexion synaptique.

DEPENDORF (I915), DIECK (I927), TOJODA (I934) confirment aussi la présence de fibres nerveuses dans la dentine. VAN DER SPRENKEL (I935) précise leur mode de terminaison, FEARNHEAD (I957) parvient en particulier à les suivre sur 0,4 mm à partir de la pré-dentine et en direction de l'émail. La présence d'une fibre nerveuse dans un canalicule ne paraît pas cependant constante ; on l'observe avec une fréquence qui varie de 1 sur 10 à 1 sur 200.

FRANK (I966) confirme, grâce au microscope électronique, l'existence de fibres nerveuses s'avançant plus ou moins loin dans les canalicules, quelques-unes jusque dans la dentine calcifiée, certaine jusqu'à la pré-dentine, d'autres enfin, plus nombreuses s'engageant à peine dans l'orifice des tubulis dentinaires.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on peut dire que les fibres nerveuses intra-pulpaires présentent des terminaisons libres entourant les odontoblastes et pénétrant parfois à une distance variable dans les canalicules de la dentine et de toute façon on ne peut plus accepter les opinions extrêmes d'HOPEWEL SMITH (I924) qui niait l'existence de fibres nerveuses dans la dentine ou de BERKELBACK et VAN DER SPRENKEL (I935) qui dérivaient des fibres nerveuses accompagnant chaque prolongement odontoblastique.

-=-=-=-=-

CHAPITRE III

RAPPEL HISTOLOGIQUE

De nombreux travaux consacrés à l'innervation de la dent ont contribué à préciser les caractères histologiques des fibres nerveuses qui proviennent du faisceau de fibres pénétrant dans la dent par le foramen apical de la racine et qui sont présentes dans la pulpe dentaire.

Les caractères structuraux qui ont le plus retenu l'attention, sont relatifs au diamètre des fibres et à la présence ou à l'absence de gaine de myéline autour de l'axone, caractère qui permet de classer les fibres en fibres myéliniques ou fibres amyéliniques.

WINDLE, W.F. (1927) constate que chez le chat et le chien les fibres sont principalement myélinisées et toutes de faible diamètre.

BRASHEAR, A.D. (1936) confirme l'absence de fibres myélinisées d'un diamètre supérieur à 9 µ.

GRAF, W. et coll. (1951) établissent une distribution des fibres en fonction du diamètre, celui-ci varie de 2 à 7 µ ; les fibres d'un diamètre de 2 à 3 µ représentant 55 % de la population. Cet auteur remarque également que le nombre de fibres myélinisées dépasse de beaucoup le nombre de fibres amyéliniques.

BROOKHART, J.M. et coll. (I953) observent sur des sections de pulpe dentaire de canine définitive colorées à l'acide osmique et au bleu de méthylène de nombreuses fibres myélinisées qui donnent naissance à des terminaisons amyéliniques situées au contact des odontoblastes et dont le diamètre correspond aux diamètres indiqués par les auteurs précédents. Ils insistent sur la rareté des fibres amyéliniques et rapprochent ce fait des constatations de RANSON, S.W. et coll. (I934) et WINDLE, W.F. (I927) qui, dans les autres branches du système trigéminal, trouvent que le rapport des fibres amyéliniques sur les fibres myéliniques est plus bas que dans les autres nerfs cutanés.

Malheureusement, le pouvoir résolutif des microscopes optiques ne permet pas toujours d'observer la totalité des fibres nerveuses fines présentes dans un tissu. Une étude précise à ce point de vue ne peut être réalisée qu'au microscope électronique qui permet de distinguer plus aisément les fibres myélinisées fines des fibres amyéliniques et aussi de découvrir les plus petites des fibres amyéliniques. Les résultats des travaux de microscopie électronique n'ont fait cependant que confirmer les travaux antérieurs réalisés à l'aide du microscope optique.

UCHIZONO et HOMMA (I959) trouvent que 40 % des fibres myélinisées ont un diamètre compris entre 2 et 6 µ et que 60 % des fibres amyéliniques ont un diamètre compris entre 1 à 2 µ. Ils constatent également que le nombre des fibres amyéliniques est relativement faible par rapport à celui des fibres myéliniques dans la pulpe dentaire : ces fibres peuvent, soit accompagner les vaisseaux dans leur trajet, soit cheminer séparément d'eux, parfois en compagnie de fibres myélinisées, parfois isolément comme l'avait déjà signalé ARWIL (I958).

Le travail de ces auteurs fait en outre mention d'une analogie entre les histogrammes des diamètres des fibres nerveuses dans la pulpe dentaire de la plupart des mammifères.

-=-=-=-=-

CHAPITRE IV

RAPPEL PHYSIOLOGIQUE

Des excitations de natures diverses, appliquées au niveau de la dent, sont susceptibles de déclencher des sensations. De nombreux auteurs ont fait des études sur les modalités de la sensibilité de la dent aux stimulus mécanique, thermique, électrique. Ces investigations ont été rendues difficiles en raison même de la structure anatomique de la dent et de ce fait il n'est point surprenant de noter un certain nombre de contradictions dans les résultats qui ont été rapportés.

A/ - Sensibilité aux stimulus thermique

STEINER (I902), à l'aide de moyens assez grossiers, tente de définir le seuil de perception du chaud et du froid ainsi que celui de la douleur d'origine thermique.

TURKHEIM (I922) rapporte que des températures variant entre 27° C et 37° C sont à l'origine d'une sensation douloureuse et non d'une sensation de froid.

HENSEL et MANN (I956) constatent que le chaud ou le froid ne peuvent déclencher qu'une sensation douloureuse. Ils calculent, en confrontant le résultat d'expériences in vivo et in vitro, les changements de température de la pulpe qui accompagnent chez un sujet normal une sensation doulou-

reuse. Ces changements sont évalués à 0,6° et à 0,2° C dans le cas d'un abaissement. Ils calculent également les températures à la jonction de l'émail et de la dentine lorsque débute la douleur. Ces températures correspondent à 47,7° C et à 26,4° C .

ANDERSON et Coll (I958) et NAYLOR (1963) observent que des malades dont la dentine a été mise à nu sont capables de faire la différence entre la douleur provoquée par le froid et celle que provoque un stimulus électrique. Mais dans ces expériences, comme l'a fait remarquer ANDERSON, l'hypothèse d'une diffusion du stimulus électrique aux structures périodontiques ne peut être exclue.

Certaines études électrophysiologiques indiquent aussi l'existence dans la dent de mécanismes sensibles à la température. Mais la méthode électrophysiologique ne permet pas de déterminer si la mise en jeu de ces mécanismes déclenche une sensation et si celle-ci présente ou non un caractère douloureux.

SCOTT et TEMPEL (1965) expérimentant sur des dents de chat ont enregistré des décharges déclenchées par une variation thermique. Ces décharges apparaissent lors d'une élévation de température de la dentine de 1,2° C ou lors d'un abaissement de 4 à 10° C.

WAGERS et SMITH (I960), FUNAKOSHI et ZOTTERMAN (1963) font les mêmes constatations chez le chien. Ils ne trouvent cependant pas des caractéristiques thermiques identiques. Il est vraisemblable que la différence des conditions expérimentales constitue l'explication de ce désaccord.

En conclusion, il ne paraît exister aucune preuve nette d'une véritable sensibilité thermique de la dent. L'accroisse-

ment ou la diminution de la température au niveau de la dent provoquent essentiellement de la douleur.

B/ - Sensibilité aux stimulus mécaniques

STEINER (1902) affirme que des patients peuvent localiser la dent sur laquelle on exerce une pression. Des années d'expérience laissent subsister quelques doutes sur la valeur scientifique de cette affirmation.

STEWART (1927) établit que l'homme peut détecter des pressions variant de 16 à 32 g/mm2. Mais il place l'origine de cette sensibilité au niveau de la membrane périodontale puisque des dents dépulpées restent sensibles à des pressions légères. Des expériences d'électrophysiologie réalisées par PFAFFMAN (1939) démontrent d'ailleurs l'existence de mécano-récepteurs dans la membrane périodontale.

LOEWENSTEIN et RATHKAMP (1955) produisent, au contraire, des observations qui permettent d'envisager l'existence d'une sensibilité propre de la dent à la pression. Ils constatent, en effet, que des dents dépulpées ou des dents dont la couronne est entourée d'un capuchon métallique sont beaucoup moins sensibles aux pressions que les dents normales. La sensibilité propre de la dent à la pression paraît aussi appuyée par des études électrophysiologiques de SCOTT et TEMPEL (1965) qui montrent que l'on peut dériver à la surface de la dentine chez le chat des potentiels déclenchés par de légères percussions. Le mode de dérivations utilisé par ces auteurs laisse penser que les potentiels ne proviennent pas de mécano-récepteurs situés au niveau de la membrane périodontale. Cependant, comme toutes les études électrophysiologiques, ces observations ne permettent de conclure ni sur l'existence ni sur le caractère d'une sensation liée à l'émission de ces potentiels.

En conclusion, il semble qu'il existe des preuves en faveur d'une sensibilité mécanique de la dent.

C/ - Sensibilité aux stimulus nocifs

La sensibilité de la dent aux stimulus nocifs ne fait aucun doute.

La douleur dentaire peut être déclenchée par des stimulus de nature très différente : mécanique, électrique, chimique, thermique. On peut considérer que ces stimulus représentent, lorsqu'ils provoquent une sensation douloureuse, une menace pour l'intégrité de la dent et qu'ils se comportent alors comme des agents nocifs.

BLACK (1948), SHOVELTON (1963) affirment que la sensibilité nociceptive de la dent est plus particulièrement développée à la jonction de la -dentine et de l'émail.

D/ - Base anatomique de la sensibilité de la dent

Les différents auteurs qui se sont penchés sur le problème de la sensibilité de la dent sont loin de s'accorder sur la localisation des structures responsables de cette sensibilité.

Deux options s'affrontent plaçant les mécanismes récepteurs soit au niveau de la dentine, soit au niveau de la pulpe.

1°) - Mécano-récepteurs dentinaires

De nombreux auteurs sont favorables à une sensibilité de la dentine. Cette sensibilité est assurée pour les uns (MUMMERY, 1911) directement grâce aux terminaisons des fibres

nerveuses qui pénètrent dans les tubules de la dentine, pour les autres (HOPEWEL SMITH, 1924) indirectement par l'intermédiaire de l'odontoblaste, et de son prolongement, qui constituerait une cellule réceptrice.

Les travaux les plus récents sur la transduction de divers stimulus par l'une des deux sortes d'éléments cellulaires présents dans la dentine ont été réalisés par ANDERSON et NAYLOR (1962) et par deux études de NAYLOR (1963 a, b).

2°) - Mécano-récepteurs pulpaires

D'autres auteurs à la suite de 3 rapports de BRÄNSTROM (1960 a, b, c), deux en 1962 a, b ; et un en 1963 et de BRÄNSTRÖM ANSTROM (1964) considèrent que la pulpe dentaire est le seul élément sensible de la dent. La dentine serait insensible et différents stimulus mécaniques, thermiques, électriques appliqués à son niveau agiraient sur la pulpe par mécanisme hydrodynamique. En provoquant des changements de pression ou des mouvements du contenu des tubules de la dentine, ces stimulus entraînent des modifications identiques dans la pulpe qui excitent des terminaisons nerveuses libres pulpaires et qui déclenchent la naissance d'un message afférent. Les déplacements des prolongements odontoblastiques des tubules de la dentine signalés par KRAMER (1955), MARSLAND et SHOVELTON (1957) et STANLEY et SWERDLOW (1959) sont donc liés aux modifications qui se produisent dans la pulpe dentaire ; par exemple, la dessiccation d'une plage de dentine mise à nu provoque un déplacement centrifuge des prolongements odontoblastiques et une migration des odontoblastes à l'entrée pulpaire des canalicules de la dentine. Dans cette conception, les 30.000 tubules qui traversent chaque mm2 de surface de dentine représenteraient simplement une voie d'accès mécanique du stimulus à la pulpe.

Les prolongements odontoblastiques et les cellules odontoblastiques n'auraient aucune fonction de récepteur.

CHAPITRE V

RAPPEL ELECTROPHYSIOLOGIQUE

Des méthodes d'étude électrophysiologique ont été utilisées au cours des recherches concernant l'innervation sensitive de la dent. Avant d'exposer l'état actuel des connaissances dans ce domaine, il peut être utile de rappeler qu'en fonction de critères recueillis en utilisant ces méthodes, on peut classer les fibres nerveuses qui constituent un nerf périphérique.

Il existe au point de vue électrophysiologique trois groupes de fibres nerveuses :

- Les fibres A, fibres myéliniques afférentes et efférentes, principalement contenues dans les nerfs somatiques. La mesure de leur diamètre est située entre 1 et 20 µ. Elles conduisent l'influx nerveux à des vitesses comprises entre 6 et 120 m/sec.

- Les fibres B, fibres myéliniques efférentes, fibres contenues dans les nerfs végétatifs. Elles sont presque exclusivement pré-ganglionnaires et ont un diamètre approximatif de 3 µ. Elles conduisent les influx à des vitesses de l'ordre de 18 m/sec.

- Les fibres C, fibres amyéliniques qui comprennent des fibres post-ganglionnaires du système nerveux végétatif et des

fibres afférentes du système nerveux végétatif et somatique. Leur diamètre est compris entre 0,2 et 1,5 µ. Elles conduisent les influx nerveux à des vitesses inférieures à 2,5 m/sec.

Les caractéristiques électrophysiologiques de certaines fibres qui innervent la dent ont été précisées par divers auteurs. Quel que soit le type de méthode utilisée, seule l'existence de fibres A a été jusqu'ici démontrée.

BROOKHART, J.M. (1948), LIVINGSTON, W.K. et HAUGEN F.P. (1953), au cours de leurs travaux sur l'innervation de la canine chez le chat ont effectué en plus de leurs études histologiques des recherches d'électrophysiologie. Ils ont dérivé du nerf mandibulaire ou de la racine descendante du nerf trijumeau, les potentiels d'action provoqués par la stimulation électrique de la pulpe dentaire et ont mesuré les vitesses de conduction et le seuil d'excitabilité des axones qui, après avoir traversé le foramen apical de la racine dentaire, innervent la pulpe de cette dent. Sur la base de ces mesures, en particulier celle des vitesses de conduction, qui sont comprises entre 15 et 30 m/sec, ils classent les fibres étudiées dans les groupes γ ou delta des fibres A (1). Ces résultats sont d'ailleurs en accord avec les conclusions des travaux expérimentaux de PFAFFMAN (1939).

---

(1) La répartition des fibres nerveuses suivant le diamètre ne se fait pas d'une manière régulière dans l'intervalle de diamètre qui définit un groupe. Il existe des groupements autour de certaines valeurs. Ces populations constituent des sous-groupes que l'on désigne selon les cas par des chiffres romains ou des lettres grecques.

D'autres auteurs, au cours d'études électrophysiologiques sur la sensibilité de la pulpe dentaire, ont déterminé les diverses vitesses de conduction des éléments constitutifs d'une population de fibres afférentes.

Ces mesures ont été réalisées en préparant au niveau du nerf dentaire inférieur de fins filaments à partir desquels il était possible de dériver l'activité électrique d'un seul axone à la rigueur d'un très petit nombre d'axones.

P.W. WAGERS et S.M. SMITH (I960) ont rapporté des valeurs situées entre 5 m/sec et 63 m/sec, avec 60 % d'entre elles comprises entre 11 et 25 m/sec.

YAMADA et SAKADA (1961) ont analysé les fibres nerveuses activées au cours de la stimulation chimique de la dentine. Ils ont rapporté des vitesses de conduction de 40 à 50 m/sec.

Les vitesses de conduction des fibres nerveuses étudiées dans les travaux précédents correspondent, à une seule exception près, aux vitesses de conduction des fibres du groupe A. La seule fibre nerveuse qui n'appartienne pas à ce groupe est signalée dans les travaux de P.W. WAGERS et S.M. SMITH (I960). En raison de la vitesse de conduction exceptionnellement faible (0,8 m/sec) que présente cette fibre, le problème de la contribution des fibres nerveuses du groupe C dans l'innervation afférente de la dent est posé.

L'absence actuelle de preuves électrophysiologiques sur ce sujet ne doit soulever aucune surprise, si les difficultés rencontrées pour l'étude des nerfs de la pulpe dentaire par les méthodes électrophysiologiques restent présentes à l'esprit. L'accès aux nerfs de la pulpe dentaire sans hémorragie

et en évitant toute lésion des fibres nerveuses est délicat. La dérivation des potentiels d'action au niveau du tronc nerveux principal (le nerf dentaire) est peu propice à l'observation de l'activité électrique des fibres fines d'origine pulpaire car le shunt électrique est important et les décharges sensorielles provenant des divers territoires, cutané, périodontal et muqueux sont considérables. Enfin, la technique de dissociation du nerf pour préparer des filaments contenant une seule ou quelques rares fibres actives ne fournit pas un échantillonage représentatif des axones contenus dans ce nerf : les fibres les plus grosses étant moins sensibles aux lésions mécaniques que les fibres amyéliniques. Cet ensemble de fait est donc susceptible d'expliquer l'absence actuelle de preuves électrophysiologiques relatives à la présence de fibres C dans l'innervation afférente de la pulpe dentaire.

Des expériences relativement récentes conduites par SCOTT, D. et Coll. (1965) ont montré qu'il était possible de dériver de la dentine des potentiels d'action unitaires. Nous avons pensé que cette méthode de dérivation pouvait être particulièrement utile pour enregistrer sans risque de lésions nerveuses l'électroneurogramme des fibres du groupe C dans l'innervation afférente pulpaire.

La mise en oeuvre de cette méthode et les résultats obtenus font l'objet des chapitres suivants.

-=-=-=-=-=-

CHAPITRE VI

M E T H O D E S

Les expériences ont été faites sur des chats adultes jeunes, anesthésiés au Nembutal intrapéritonéal (35 mg/kg), trachéotomisés et maintenus sous narcose par adjonction intraveineuse d'anesthésique. L'animal était immobilisé sur le dos, la tête maintenue en hyper-extension à l'aide d'un clamp spécial. Un mors caoutchouté interposé au niveau des molaires maintenait les deux mâchoires largement séparées. Les canines inférieures ont été choisies pour ces expériences. L'émail et la dentine sur la presque totalité de son épaisseur étaient enlevés au niveau de la face vestibulaire de la dent depuis la pointe canine jusqu'au collet à l'aide d'une meule de diamant (20.000 tours/minute) sous irrigation continue de sérum physiologique afin d'éviter tout échauffement susceptible de léser la pulpe dentaire. La dernière phase de ce temps a été réalisée sous microscope binoculaire afin de déterminer plus facilement le moment où la pulpe apparaît par transparence au travers d'une fine pellicule de dentine.

Le nerf dentaire inférieur a été disséqué sur environ 5 à 8 mm dans l'espace ptérygo-maxillaire, juste avant son entrée dans le canal dentaire. Après section, le bout périphérique du nerf a été placé sur deux électrodes de stimulation et recouvert d'huile de paraffine afin d'éviter toute dessiccation. Les stimulus appliqués étaient constitués d'im-

pulsions électriques de décours temporel rectangulaire ; leur durée était voisine de 1 m sec, leur intensité était au moins 20 fois supérieure à l'intensité liminaire de stimulation des fibres les plus excitables. Ces paramètres permettaient d'être sûr, dans le cas où le nerf contenait des fibres du groupe C, que ces fibres étaient activées.

Les potentiels provoqués par la stimulation du nerf dentaire inférieur étaient dérivés, à la surface de la mince couche de dentine qui recouvrait la pulpe dentaire, par deux électrodes faites chacune d'un fil d'argent supportant un brin de coton imbibé de sérum physiologique. Ces deux électrodes étaient maintenues constamment humides. Ces potentiels après amplification ont été étudiés sur un oscillographe cathodique et photographiés. Pour réduire au minimum la gêne provoquée par un bruit de fond important, étant donné la très forte amplification, mis à part l'utilisation d'un filtre de constante de temps de 1 sec, on a eu recours en stimulant répétitivement le nerf dentaire, soit à la superposition sur un même cliché de plusieurs réponses pulpaires, soit à la sommation de ces mêmes réponses par un calculateur électronique moyenneur Enhancetron 1024.

Au cours de ces expériences, pour éviter toute altération de la morphologie des potentiels d'action des fibres de vitesse de conduction faible, la préparation a été maintenue à une température constante de 38° C grâce à un système de chauffage automatique contrôlé et les impulsions rectangulaires de durée et d'intensité réglables utilisées pour stimuler le nerf dentaire inférieur n'ont jamais été délivrées à des fréquences supérieures à 10/sec.

Lorsque l'expérience était terminée, la distance de conduction entre la cathode de stimulation et la première électrode d'enregistrement a été mesurée après dissection du nerf dans son trajet intramandibulaire.

-=-=-=-=-=-

CHAPITRE VII

R E S U L T A T S

Les résultats obtenus en appliquant la méthode précédente sont illustrés par deux figures qui vont être successivement étudiées.

La figure 1 montre un exemple de composition d'un électroneurogramme enregistré au niveau de la pulpe dentaire.

L'enregistrement 1 a été obtenu au cours d'une stimulation du nerf dentaire avec un stimulus électrique d'intensité juste suffisante pour mettre en jeu le groupe des fibres nerveuses dont le seuil d'excitabilité était le plus bas. Le potentiel d'action composé de ce groupe apparaît après un temps de latence d'environ 1 msec. Les fibres qui constituent ce groupe ont une vitesse de conduction de 55 m/sec.

Les enregistrements suivants ont été obtenus au cours d'une stimulation d'intensité nettement supérieure mettant en jeu toutes les fibres qui composaient le nerf. La vitesse de balayage plus lente et l'amplification plus élevée ont permis d'analyser sur l'électroneurogramme plusieurs composantes correspondant à des groupes de fibres de vitesses de conduction différentes. Un potentiel d'assez grande amplitude, dont le temps de latence est approximativement de 6 msec, représente le potentiel d'action composé d'un groupe de fibres

qui conduit à une vitesse de 9 m/sec. Une série de potentiels de moindre amplitude fait suite au potentiel de ce groupe. Les potentiels que l'on observe à partir d'un temps de latence de 23 msec. correspondent aux potentiels des fibres dont la vitesse de conduction est égale ou inférieure à 2,3 m/sec, c'est-à-dire à celle des fibres du groupe C. Les derniers potentiels composés sont observés après une latence de 80 à 90 msec ; ils correspondent à des potentiels d'action de fibres conduisant à une vitesse d'environ 0,6 m/sec.

La figure 2 illustre un échantillonnage d'électroneurogrammes dérivés chez des animaux différents au niveau d'une canine inférieure.

Les graphiques 1 à 5 ont été obtenus dans des conditions d'enregistrement analogues à celles de la figure 1. Sur tous ces graphiques, on peut observer en particulier des potentiels d'action complexes qui apparaissent après un temps de latence très long : 25 msec (clichés 1 à 4) ou 30 msec (cliché 5). La présence de ces potentiels est liée à l'activité des groupes de fibres dont la vitesse de conduction est inférieure à 2,3 m/sec (fibres C). Le temps de latence des derniers potentiels complexes visibles est respectivement de 100, 150, 90, 180 et 180 msec. La vitesse de conduction des groupes de fibres correspondantes est respectivement de 0,5 m/sec, 0,3 m/sec, 0,5 m/sec, 0,3 m/sec, 0,3 m/sec.

Tous les graphiques précédents avaient été obtenus en superposant sur un même cliché plusieurs réponses pulpaires provoquées par la stimulation du nerf dentaire inférieur.

Le graphique 6 a été obtenu en interposant entre l'amplificateur et l'oscillographe cathodique un calculateur électronique moyenneur Enhancetron 1024 et en effectuant la som-

mation d'une cinquantaine de réponses pulpaires. Les potentiels électriques aléatoires s'annulent, les potentiels électriques constants s'ajoutent. Ainsi, on augmente le rapport signal/bruit de fond et on se place dans des conditions très favorables pour observer en particulier les potentiels de faible amplitude et de grande latence. Dans le groupe des potentiels composés de latence supérieure à 25 msec qui correspondent à l'activité de fibres dont la vitesse de conduction est inférieure à 2,3 m/sec (fibres C), on constate que les derniers potentiels surviennent 150 msec après le choc artéfact. Ils correspondent à l'activité de fibres dont la vitesse de conduction est inférieure à 0,3 m/sec.

Cette méthode d'analyse confirme bien les résultats illustrés par les graphiques précèdents. Elle permet en particulier d'être sûr qu'il n'existe dans le nerf examiné aucun groupe de fibres conduisant les potentiels d'action à des vitesses inférieures à celles qui ont été déterminées par la méthode précèdente de superposition optique des traces de l'oscillographe cathodique.

-=-=-=-=-=-

CHAPITRE VIII

D I S C U S S I O N

Les résultats qui viennent d'être exposés montrent qu'on peut enregistrer un électroneurogramme des nerfs de la pulpe dentaire en dérivant, à proximité de la pulpe dentaire, après abrasion de l'émail et de la dentine, les potentiels d'action provoqués par la stimulation du nerf dentaire inférieur avant son entrée dans le canal dentaire. Cette méthode présente l'avantage de supprimer les risques de lésion nerveuse qui sont très fréquents dans les cas où l'on procède par dérivation directe sur le nerf pulpaire après exposition de celui-ci, avant ou après franchissement du foramen apical de la dent.

La position des électrodes de dérivation au niveau de la dent abrasée a peu d'influence sur l'allure de l'électroneurogramme. Elle est seulement responsable de changements d'amplitude de cet électroneurogramme. La position optimale correspond à l'alignement selon l'axe de la dent des deux électrodes de dérivation.

A/ - Fibres A

L'électroneurogramme obtenu, grâce à cette méthode de dérivation, comprend, après un court temps de latence, des

potentiels correspondant à l'activité de fibres dont la vitesse de conduction est élevée (60 m/sec, moyenne de 6 préparations). Ces potentiels ont été observés par de nombreux auteurs dans des conditions expérimentales différentes. Ils appartiennent aux potentiels du groupe des fibres A (fibres myélinisées des nerfs afférents). Compte tenu de la vitesse de conduction des axones en appliquant le facteur de proportionnalité directe de HURSH (1939), le diamètre des plus grosses de ces fibres peut être évalué à 10 µ. Ce chiffre cependant doit être considéré comme une simple approximation étant donné que le facteur de proportionnalité utilisé pour obtenir ce résultat peut subir quelques déviations comme l'a suggéré HUNT et Coll. (1960). Le mode de terminaison dans la pulpe dentaire sous forme de fibres fines amyéliniques (BERNICK 1948) des axones myélinisés constitue un argument supplémentaire en faveur du caractère approximatif de cette mesure. Il est, en effet, permis de penser qu'il existe un ralentissement de la vitesse de conduction au niveau de ces branches terminales. On doit toutefois souligner que l'importance relative de la longueur de conduction avant les arborisations terminales amyéliniques minimise l'influence de ce facteur.

B/ - Fibres C

Après les potentiels d'action des fibres myélinisées, on observe des potentiels d'action composés conduits à de très faibles vitesses et dont on ne trouve mention dans aucun des travaux électrophysiologiques concernant l'innervation de la pulpe dentaire. La vitesse de conduction de ces potentiels est inférieure ou égale à 2,3 m/sec et correspond à celle que GASSER (1950) attribue aux fibres du groupe C dans le nerf

saphène du chat (maximum exceptionnel 2,5 m/sec). Des études histologiques ayant démontré l'existence, dans la pulpe dentaire du chat, d'un petit nombre de terminaisons nerveuses provenant de fibres amyéliniques, on peut envisager que ces potentiels correspondent à l'activité de ces fibres. Les propriétés de ces potentiels, en dehors de leur vitesse de conduction, constituent un autre critère électrophysiologique prouvant que ces potentiels sont ceux de fibres C. Ainsi par exemple, on observe au cours de l'enregistrement des électroneurogrammes, qu'il n'existe pas pour ce groupe de potentiels une relation nette entre l'intensité de stimulation et l'introduction dans l'électroneurogramme de potentiels de latence progressivement croissante.

Cette propriété est particulière aux fibres du groupe C. Dans les mêmes conditions, lorsque l'intensité de stimulation est progressivement accrue, les potentiels d'action des fibres du groupe A augmentent, en effet, d'amplitude et apparaissent dans l'ordre des vitesses de conduction progressivement décroissantes.

Dans les conditions expérimentales où ont été enregistrés les électroneurogrammes, la distance de conduction (de 53 à 60 mm pour 6 préparations) est très favorable à l'observation de potentiels des fibres amyéliniques ; le début de ces potentiels est situé après le potentiel des fibres du groupeA et la dispersion temporelle de ces potentiels facilite l'étude des vitesses de conduction des différents groupes, sans être pour cela excessive au point de s'opposer à la sommation des potentiels unitaires et de faire obstacle à l'observation de potentiels d'action composés conduits très lentement.

Les fibres amyéliniques dont les potentiels d'action peuvent être observés dans les électroneurogrammes corres-

pondant à l'activité de fibres afférentes provenant de la pulpe dentaire de la canine inférieure. Ce ne sont pas des fibres nerveuses sympathiques post-ganglionnaires puisque CHRISTENSEN (1940) a démontré que les fibres nerveuses sympathiques parviennent à la pulpe dentaire par la voie du plexus périartériel de la carotide externe et de ses branches.

La proportion relative des fibres afférentes du groupe C, présente dans la pulpe dentaire, par rapport aux fibres myélinisées, peut être difficilement déduite des électroneurogrammes. La dispersion temporelle et la sommation algébrique des variations de potentiel positives et négatives de ces fibres est un obstacle aux tentatives qui ont pour but de relier le nombre de fibres et l'amplitude des potentiels d'action composés C. Cependant, l'analyse des électroneurogrammes pulpaires laisse penser que les fibres C sont en quantité non négligeable.

-=-=-=-=-

CHAPITRE IX

C O N C L U S I O N

En conclusion, l'électroneurogramme des nerfs pulpaires obtenu après stimulation du nerf dentaire inférieur avant l'orifice d'entrée dans le canal dentaire présente des accidents correspondant à la présence de fibres du groupe C. Ainsi, lorsqu'on étudie la signification fonctionnelle des fibres amyéliniques observées par les méthodes histologiques dans la pulpe dentaire, il est nécessaire d'en considérer un certain nombre comme des branches terminales de fibres afférentes amyéliniques cheminant dans le nerf dentaire inférieur. Il serait erroné, en effet, de voir exclusivement dans cet ensemble les branches terminales, soit des fibres afférentes myéliniques, soit des fibres efférentes sympathiques post-ganglionnaires.

-=-=-=-=-=-=-=-

- E L E C T R O N E U R O G R A M M E S -

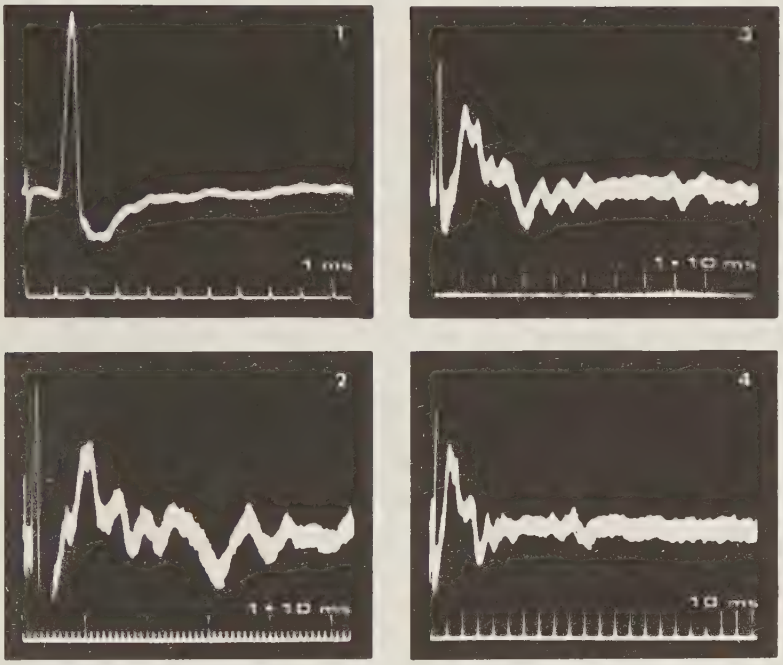

Figure I : Electroneurogramme du contingent de fibres du nerf dentaire qui innervent la pulpe de la canine inférieure.

Chat anesthésié au Nembutal.

Un stimulus unique est appliqué au niveau du segment extra-canaliculaire du nerf dentaire inférieur.

Deux électrodes placées au contact de la dentine à proximité de la pulpe dentaire dérivent les potentiels d'action composés.

Chaque graphique est obtenu en superposant une vingtaine de balayages de l'oscillographe cathodique.

La distance de conduction entre la cathode de stimulation et la première électrode d'enregistrement est de 55 mm. Température : 37° C.

- Enregistrement 1 : Stimulation relativement faible. Les fibres nerveuses qui présentent un seuil d'excitabilité bas et conduisent l'influx nerveux à des vitesses élevées ont été exclusivement mises en jeu.

- Enregistrements 2, 3, 4 : Stimulation beaucoup plus forte mais dans tous les cas identique. Les axones de seuil d'excitabilité plus élevé conduisent l'influx nerveux à des vitesses plus lentes sont activés en même temps que les fibres nerveuses mises en jeu au cours de l'enregistrement 1. L'amplification des potentiels dérivés a été considérablement augmentée (x 10) et la vitesse de balayage de l'oscillogramme cathodique a été sensiblement réduite. Les potentiels observés à partir d'un temps de latence de 23 msec correspondent aux potentiels des fibres du groupe C (voir le texte).

-=-=-=-=-=-=-=-

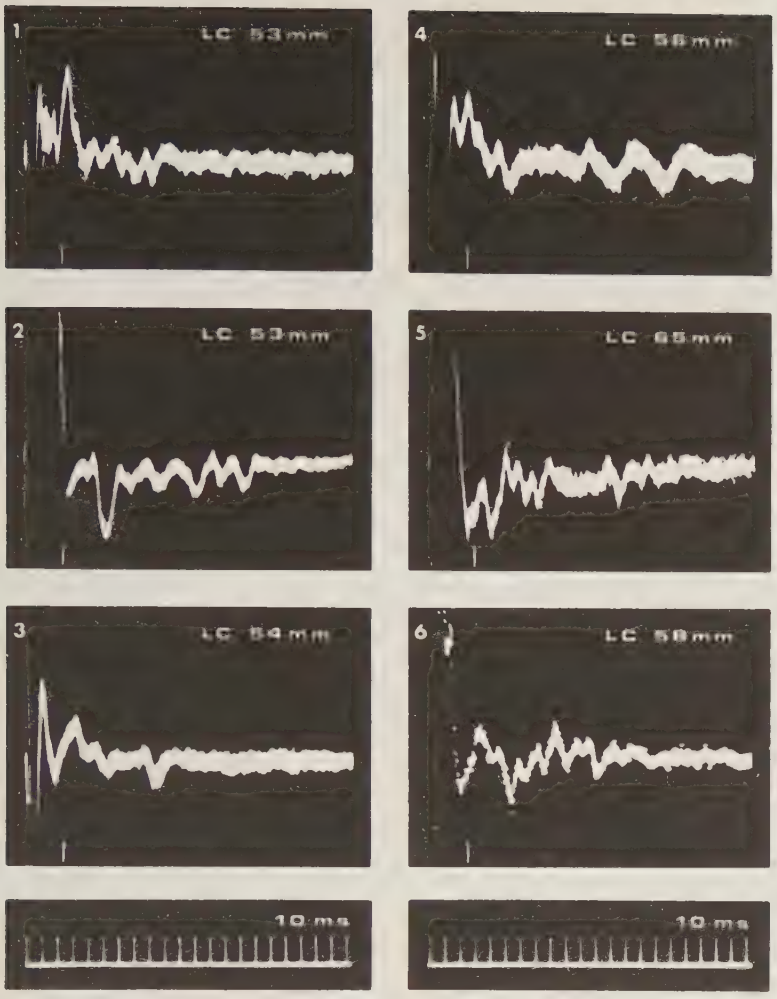

Figure II : Echantillonnage d'électroneurogrammes du contingent de fibres du nerf dentaire qui innervent la pulpe de la canine inférieure.

Chat anesthésié au Nembutal.

Chaque enregistrement provient d'expériences faites chez des animaux différents. Température : 37° C.

Les conditions d'enregistrement des graphiques 1, 2, 3, 4 et 5 sont identiques à celles de l'expérience qu'illustre la figure I.

Le graphique 6 a été obtenu en additionnant, grâce à un calculateur électronique moyenneur ENHANCETRON 1024, une cinquantaine de réponses pulpaires à une stimulation unique synchronisée avec la base de temps du calculateur.

Sur chaque cliché, les distances de conduction (L.C.) entre la cathode de stimulation et la première électrode d'enregistrement sont mentionnées en haut et à gauche ; un trait vertical, situé en bas et à gauche, indique la limite après laquelle on observe les potentiels des fibres dont la vitesse de conduction est inférieure à 2,3 m/sec, c'est-à-dire des fibres du groupe C (voir le texte).

-=-=-=-=-=-

B I B L I O G R A P H I E

CHAPITRE X

BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON, D.J., and NAYLOR, M.N.

Chemical excitants of pain in human dentine and dental pulp. 1962. - Arch. Oral Bio. 7, 4I3-4I5.

ANDERSON, D.J., CURWEN, M.P. and HOWARD, L.V.J.

The sensitivity of human dentine. 1958. J. Dent. Res. 37, 669-677.

ANDERSON, D.J.

Advances in Oral Biology - 1966. Tome 2 ed.Peter H. Staple. Académie Press. New-York. London. 2I9, 1-29.

ARMSTRONG, D., Dry, R.M.L., KEELE, C.A. and MARKHAM, J.W.

Observations on chemical excitants of cutaneous pain in man. 1953. J. Physiol. 120, 326-351.

ARWILL, T.

Innervation of the teeth. A study by light and electron microscopy, 1958. Trans. Roy. School Dentistry Stockholm and Umëa Séries 2, 3. n° 3.

ARWILL, T.

In "Sensory Mechanisms in Dentine" (D.J. Anderson, ed.) Pergamon Press. Oxford. Some Morphological aspects of the dentinal innervation. - 1963. 3-14.

AVERY, J.K., and Rapp, R.

An investigation of the mechanism of neural impulse transmission in human teeth. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol. 1959. I2-I90.

BAUD, C.A. et HELD A.J.

In "Les Parodontopathies" - Innervation de l'organe dentaire. Congrès de l'A.R.P.A. Genève 1953.

BERNICK, S.

Innervation of the human tooth. Anat. Rec. 1948. 101, 81-108.

BERNICK, S.

Innervation of the teeth and periodontium. The dental clinics of horth America. W.B. Sanders, Philadelphia July 1959.

BESSOU. GAUTHIER. PAGES

Mise en évidence de fibres afférentes du groupe C., dans le nerf dentaire inférieur, destinées à l'innervation pulpaire de la canine chez le chat. 1970. (sous presse). C.R. Soc. Biol.

BISHOP, G.H.

Relation of pain sensory threshold to forms of mechanical stimulation. J. Neurophysiol. 1949. 12, 51-57.

BLACK, G.V.

"Operative Dentistry" 1948. Vol. 18 th ed. Kimpton, London.

BRÄNNSTRÖM, M

Dentinal and pulpal response. I. Application of reduced pressure to exposed dentine. Acta Odontol. Scand. 1960 a. 18, 1-15.

BRÄNNSTRÖM, M.

Dentinal and pulpal response. II. Application of an air stream to exposed dentine. Acta Odontol. Scand. 1960 b. 18, 17-28.

BRÄNNSTRÖM, M.

Dentinal and pulpal response. III. Acta Odontol. Scand. 1960 c. 18, 235.

BRÄNNSTRÖM M.

Dentinal and pulpal response. V. Application of pressure to exposed dentine. J. Dent. Res. 1961. 40, 960-970.

BRÄNNSTRÖM, M.

The elicitation of pain in human dentine and pulpe by chemical stimuli. Arch. Oral. Biol. 1962 a. 7, 59-62.

BRÄNNSTRÖM, M.

Dentinal and pulpal response. VI. Some experiments white heat and pressure illustrating the movement of odontoblaste into the dentinal tubules. Oral. Surg. Oral Med., and Oral Path. 1962 b. 15, 203-212.

BRÄNNSTRÖM, M.

In "Sensory Mechanisms in dentine" (D.J. Anderson. ed.) Pergamon Press, Oxford. A hydrodynamic mechanism in the transmission of pain-producing stimuli through the dentine. 1963. 73-79.

BRÄNNSTRÖM, M. and ASTRÖM, A.

A study on the mechanism of pain elicited form the dentine J. Dent. Res. 1964. 43, 6I9-625.

BRASHEAR, A.

The innervation of the teeth. An analysis of nerve fiber componants of the pulpand periodontal tissues and their probable significance. J. Comp. Neurol. I936. 64, 169-I85.

BROOKHART, J.M., LIVINGSTON, W.K. and HAUGEN, F.P.

Functional characteristics of afferent fibers from tooth pulp of cat. J. Neurophysiol. 1953. 16, 634-642.

CAUNA, N.

The mode of terminaison of the sensory nerves and its significance. J. Compac. Neurol. 1959. I3, 169-2IO.

CAUNA, N. and ROSS, L.L.

The fine structure of meissner's touch corpuscles of human fingers. J. Biophys. Biochem. Cytol. 1960. 8, 467-482.

CHRISTENSEN, K.

Sympathetic nerve fibers in the alveolar nerves and nerves of dental pulp. J. Dent. Res. 1940. 19, 227-299.

DEPENDORF, T.

Beiträge zur kenntnis der Innervierung der menschlichen zahnpulpa und des Dentins.
Dtch. Mon. Sch. f. Zahnheilk. 19I3. 31, 689.

FEARNHEAD, R.W.

Histological evidence for the innervation of human dentine.
J. Anat. 1957. 91. 267-277.

FEARNHEAD, R.W.

In "Sensory Mechanisms in Dentine" (D.J. Anderson ed.) Pergamon Press, Oxford. The Histological démonstration of nerve fibres in human dentine. 1963. 2, 14-25.

FRANK, R.M.

Etude au microscope electronique de l'odontoblaste et du canalicule dentinaire humain. Arch. Oral Biol. 1966. 11, 2, 179-I91.

FUNAKOSHI, M. and ZOTTERMAN, Y.

In "Sensory Mechanisms in Dentine" (D.J. Anderson ed.) Pergamon Press, Oxford. A study in the excitation of dental pulp nerve fibres. 1963. 60-72.

GASSER, H.

Unmedullated fibers originating in dorsal Root ganglioa - J. Gen. Physiol. 1950. Vol. 33. 651-690.

GRAF, W., and BJÖLIN, G.

Diameters of nerve fibers in human tooth pulp. J. Ana. Dent. A 1951. 43 : 186.

HELD, A. J., and BAND C.A.

The innervation of the Dental Organ. Oral Surg., Oral Med., Oral Path. 1955. 8 : 1262.

HENSEL, H., and MANN, G.

Pain in human teeth caused by temperature variations and heat conduction. Stoma 1956. 9 : 76-78.

HOPEWELL-SMITH, W.

The non-Innervation of the Dentine. Proc. Roy. Soc. Med. 1924. 17 : 63.

HUNT, C.C. and MAC INTYRE, A.K.

And Analysis of fibre diameter and Receptor characteristics of myelinated cutaneous afferent fibres in cat. J. Physiol. 1960. 153 : 99-112.

HURCH J.B.

Conduction velocity and diameter of nerve fibers. Amer. J. Physiol. 1939. 127, 131-139.

KEREBEL, B., et BALQUET, G.

Observ-tions sur le plexus intermédiaire du ligament parodontal. Act. Odo. Stoma. 1967. I 395-409.

KRAMER, I.R.H.

The relationship between dentine sensitivity and movements in the contents of the dentinal tubules. Brit. Dent. J. 1955. 98, 391-392.

KROEGER, D.C., GONZALES, F. and KRIVOY, W.

Trans-membranes potentials of culturel mouse dentinal pulp cells. Proc. Soc. Exp. Biol. and Med. 1961. I08, I34-I36.

LEWENSKY, W. and STEWART, D.

The innervation of Dentin - J. Anat. I936. 70 : 439.

LEWENSKY, W. and STEWART, D.

The innervation of the periodontal membrane of the cat, withe some observations on the fonction of the end organs found in that structure. J. Anat. London. 1936. 71, 232-235.

LOEWEINSTEIN, W.R. and RATHKAMP, R.A.

A study on the Pressoreceptive Sensibility of the tooth.
J.D. Res. 1955. 43 : 287.

MUMMERY, H.

The nerve supply on the dentine.
Proc. Roy. Soc. Med. Od. Sec. 1911, 19I2. 5, 166-190.

MUMMERY, H.

The nerve supply of the dentine.
Proc. Roy. Soc. Med. Od. Sec. 1924. I7, 35-47.

NAYLOR, M.N.
Ph. D. Thesis, University of London. 1963 a.

NAYLOR, M.N.

In "Sensory Mechanisms in Dentine" (D.J. Anderson Ed.) Pergamon Press, Oxford. Studies on the mechanism of sensation to cold stimulation of human dentine. 1963 b. 80-87.

NESS, A.R.

The mechanoreceptors of the Rabbit Mandibular Incisor. J. Physiol. 1954. 126, 475.

ORBAN, B.

Oral Histology and Embryology.
St-Louis : C.V. Mosby Co. 1944. p. 342.

PFAFFMAN, C.

Afferent impulses from the teeth due to pressure and noxious stimulation. J. Physiol. 1939 a 97, 207-2I9.

PFAFFMAN, C.

Afferent impulses from the teeth resulting from vibratory stimulus. J. Physiol. 1939 b. 97, 220-232.

RACADOT, J. et WEILL, R.

Structure et développement de l'organe dentaire Masson et Cie - Julien Prélat. 1966. 3 144, 154-I58.

RANSON, S.W., DROEGEMUELLER? W.H., DAVENPORT, H.K., and FISHER, C.

Humber, size and myelination of the sensory fibers in the cerebrospinal nerves. Res. Publ. Ass. Nerv. Meut. Dis; 1934. 15 : 3-34.

SCOTT, D.

In "Sensory Mechanisms in Dentine" (D.J. Anderson ed.) Pergamon Press, Oxford. Discussion de "A Study in the excitation of Dental pulp verve Fibres" de FUNAKOSHI et ZOTTERMAN 1963. 6 : 72.

SCOTT, D. and TEMPEL, T.R.

In "Sensory Mechanisms in Dentine" (D.J. Anderson ed.) Pergamon Press, Oxford. Receptor Potentials in response to thermal and other excitation. I963. 27-46.

SHOVELTON, D.S.

In "Sensory Mechanisms in Dentine" (D.J. Anderson ed.) Pergamon Press, Oxford. General Discussion 1963. 95.

SPRENKEL., H.B. VAN DER., BERKELBACH, H.

Microscopical investigation of Innervation of the teeth and its surroundings. J. Anat. 1935-I936. 70-233 .

STEWART. D.

Some aspects of the innervation of the teeth. Proc. Roy. Soc. Med. 1926-I927. 20 : 1675-1686.

TEN CATE, A.R. and SHELTON, L.E.

Cholinesterase activity in human teeth. Arch. Oral Biol. 1966. 11, 423-428.

TOJODA, M.

Die Innervation des neuschlichen Zahnbeins. Deut. Zahnärzt. Wochschr. 1934. 37, 641.

TOMES, J.

On the presence of fibrils of soft tissues in the dentinal tubules. Philos. Trnas. Roy. Soc. 1866; 146, 5I5-522.

UCHIZONO, K. and HOMMA, K.

Electron Microscopic Studies on Nerves of Human tooth pulp. J.D. Res. 1959. 38, 1133-1141.

WAGGERS, P.W. and SMITH, C.M.

Responses in dental nerves of dogs to tooth stimulation and the effects of systematically administered procaïne, lidocaïne and morphine. J. Pharmacol; and Exp. Therap. 1960. I30, 89-I05.

WINDLE, W.F.

Experimental proff of the types of neurons that innervate the tooth pulp. J. Comp. Neurol., 1927. 43, 347-356.

YAMADA, M.

In "Sensory Mechanisms in Dentine" (D.J. Anderson ed.) Pergamon Press, Oxford. Electrophysiological studies of excitation of dentine evoked by chemical means. 1963. 5, 47-59.

YAMADA, M. and SAKADA, S.

The effects of some chemicals on cervix dentis. J. Dent. Res. 1961. 40, 975-987.

YAMADA, M. MARUHASHI, J., SUGAYA, K. and HARA, G.

Physiologic studies on the innervation of teeth. J. Dental Res. 1953. 32, 110-116.

---=-=-=-=-

T A B L E D E S M A T I E R E S

CHAPITRE XI

TABLE DES MATIERES

-AVANT-PROPOS ..... Page 10

- CHAPITRE I : INTRODUCTION ..... Page 13
- CHAPITRE II : RAPPEL ANATOMIQUE ..... Page 14

A/ - Innervation Parodontale ..... Page 15
B/ - Innervation Pulpaire ..... Page 17

- CHAPITRE III : RAPPEL HISTOLOGIQUE 19
- CHAPITRE IV : RAPPEL PHYSIOLOGIQUE 22

A/ - Sensibilité aux stimulus thermiques 22
B/ - Sensibilité aux stimulus mécaniques 24
C/ - Sensibilité aux stimulus nocifs ... 25
D/ - Bases anatomiques de la sensibilité de la dent :

1°/ - Mécano-récepteurs dentinaires 25
2°/ - Mécano-récepteurs pulpaires 26

- CHAPITRE V : RAPPEL ELECTROPHYSIOLOGIQUE ... 28
- CHAPITRE VI : METHODES 32
- CHAPITRE VII: RESULTATS 35
- CHAPITRE VIII : DISCUSSION 38

A/ - Fibres A 38
B/ - Fibres C 39

- CHAPITRE IX : CONCLUSION 42
- CHAPITRE X : BIBLIOGRAPHIE 48
- CHAPITRE XI : TABLE des MATIERES 60

-=-=-=-=-=-

Le Président :

Monsieur le Professeur H CADENAT

Vu et Permis d'imprimer

Toulouse, le 5 Mai 1970

Pour le Doyen :

L'Assesseur : Monsieur J. BREUILLAUD